

## CRESCIMENTO VEGETATIVO DE *Opuntia ficus-indica* EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO<sup>1</sup>

JOÃO PAULO DE FARIAS RAMOS<sup>2\*</sup>, MAURICIO LUIZ DE MELLO VIEIRA LEITE<sup>3</sup>, SALVINO DE OLIVEIRA JUNIOR<sup>2</sup>, JOSÉ PEREIRA DO NASCIMENTO<sup>2</sup>, EDSON MAURO SANTOS<sup>4</sup>

**RESUMO** - Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento vegetativo, a composição bromatológica, a eficiência de uso da chuva e determinar a produção em matéria verde e seca da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv. Italiana, em função do espaçamento. A pesquisa foi conduzida na Estação Experimental Pendência da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, em Soledade - PB, de abril de 2007 a junho de 2008. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. Para avaliar o crescimento da cultura em quatro espaçamentos (1 x 1; 1 x 0,5; 2 x 1; 2 x 0,5 m) foram utilizados: altura de plantas, número, ordem, comprimento, largura, perímetro, espessura e área dos cladódios. Não foi verificado efeito dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) pelo teste F para todas as variáveis indicadoras de crescimento, exceto para altura de plantas e largura de cladódio. A palma apresentou baixos teores de carboidratos fibrosos, sendo que o espaçamento influenciou os teores de fibra em detergente neutro. A produção de fitomassa por área e eficiência de uso da chuva pela palma forrageira são incrementadas com maiores densidades populacionais, sendo os melhores resultados observados no espaçamento de 1 x 0,5 m, resultando numa maior quantidade de forragem produzida por área e por unidade de chuva.

**Palavras-chave:** Cladódio. Composição química. Eficiência de uso de chuva. Palma forrageira. Semiárido.

## VEGETATIVE GROWTH OF *Opuntia ficus-indica* IN DIFFERENT PLANTING SPACING

**ABSTRACT** - The objective of this paper was to evaluate the vegetative growth, the chemical composition, the rain use efficiency and to determine the green and dry matter production of cactus forage cv. Italian (*Opuntia ficus-indica* Mill.), depending on planting spacing. The research was carried out at (EMEPA), in Soledade- Pb, from April 2007 to June 2008. The experimental design was in randomized blocks, with four repetitions. In order to evaluate crop under the four planting spacing (1 x 1; 1 x 0.5; 2 x 1; 2 x 0.5 m) we measured plant height, number of cladodes per plant, and the order, length, width, perimeter, thickness and area of cladodes. There were no treatment effects ( $P > 0.05$ ) on any of the growth variables evaluated, except for plant height and cladode width. The cactus pear showed low levels of fibrous carbohydrates, and planting spacing influenced levels of neutral detergent fiber. The phytomass production per area and rain use efficiency by cactus pear increased with increases in planting densities, with higher values observed for the spacing of 1 x 0.5 m; resulting in a greater quantity of forage produced per area and per unit of rain.

**Keywords:** Cladode. Chemical composition. Rainfall use efficiency. Cactus forage. Semi-arid.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/02/2010; aceito em 14/02/2011.

<sup>2</sup>Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba, Caixa Postal 275, 58041-070, João Pessoa - PB; joaopaulo@zootecnista.com.br;

<sup>3</sup>Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE, Caixa Postal 063, 56900-000, Serra Talhada - PE; nopalea21@yahoo.com.br;

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia, UFPB, 58397-000, Areia - PB; edson@cca.ufpb.br

## INTRODUÇÃO

A exploração pecuária no semiárido brasileiro é influenciada pela variabilidade temporal das chuvas, devido à estacionalidade da produção de forragens. Assim, a baixa capacidade de suporte da caatinga acarreta deficiência nutricional nos animais, em períodos do ano, sendo uma grande limitação da pecuária. Por conseguinte, deve-se considerar a utilização de forrageiras xerófilas na alimentação dos rebanhos, na maior parte das terras da zona semiárida (DUARTE, 2002).

O mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.), entre outras cactáceas de ocorrência no bioma caatinga, é utilizado estrategicamente na alimentação de ruminantes nos períodos prolongados de seca (CAVALCANTI; RESENDE, 2006a). Entretanto, este cactus apresenta baixa capacidade de produzir fitomassa. Cavalcanti e Resende (2006b) verificaram que o mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemanni-anus* K. Schum.), aos 360 dias após o plantio, apresentou variações de 132,3 a 151,1 g planta<sup>-1</sup> de matéria seca.

A palma forrageira é a cactácea com maior potencial de exploração no Nordeste brasileiro, constituindo-se em importante recurso forrageiro nos períodos de estiagens, devido ao seu elevado potencial de produção de fitomassa nas condições ambientais do semiárido. Destaca-se por ser de elevado valor energético, com nutrientes digestíveis totais (NDT) de 63% (MELO et al., 2003), persistente à seca, com elevada eficiência de uso de água e amplamente incorporada ao processo produtivo da região. De composição química variável segundo a espécie, idade, época do ano e tratos culturais, a palma é um alimento com alto teor de água, rico em carboidratos não fibrosos, alto teor de cinzas, embora possua baixos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro (FERREIRA, 2005).

O espaçamento da palma forrageira, como estratégia de manejo, é um ponto importante no estabelecimento do palmar por definir a população de plantas, variando de acordo com a fertilidade do solo, quantidade de chuvas, finalidade de exploração e com o consórcio a ser utilizado. Segundo Oliveira Júnior et al. (2009), alguns estudos tem sido conduzidos no Brasil com a finalidade de se encontrar a distância entre linhas e plantas que se ajuste melhor aos sistemas de produção adotados pelos produtores rurais. O espaçamento menos adensado tem facilitado os tratos culturais com tração animal, importante para a agricultura familiar do semiárido, além de minimizar os riscos de pragas e doenças na cultura, por permitir uma maior aeração e exposição das plantas ao sol.

Entretanto, além da capacidade da planta captar luz, a fotossíntese depende de adequada disponibilidade de água e nutrientes minerais. Cada órgão das plantas de palma possui adaptações de extrema eficiência no aproveitamento da água, notadamente o

cladódio, no qual está localizado o aparelho fotossintético e onde ocorre o Metabolismo Ácido das Crasuláceas (MAC), com captação da energia solar durante o dia e a fixação do CO<sub>2</sub> durante a noite, que a diferencia da maioria das outras plantas (SAMPAIO, 2005).

Assim, a área total de cladódio é uma medida útil para estimar a capacidade fotossintética da palma, sendo uma das variáveis utilizadas para medir o crescimento vegetativo. Entretanto, o conhecimento desses aspectos na cultura palma é escasso, particularmente em diferentes densidades populacionais. Sendo assim, são necessários estudos para entender melhor o manejo que se deve dar a esta cultura na região semiárida.

Deste modo, objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo, a composição bromatológica, a eficiência de uso da chuva e determinar a produção em massa verde e seca da palma forrageira, cv. Italiana, em função do espaçamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo na Estação Experimental Pendência, da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA), localizada na Mesorregião do Agreste paraibano, Microrregião do Curimataú, município de Soledade (7° 8' 18" S e 36° 27' 2" W), com altitude de 534 m. O tipo climático da região é Bsh, semiárido quente, com chuvas de janeiro a abril, apresentando temperaturas médias anuais em torno de 24 °C, umidade relativa do ar em torno de 68%, ocorrendo precipitação pluvial média de 400 mm anuais, com déficit hídrico durante quase todo o ano (SUDENE, 1996).

Na Figura 1, observa-se a precipitação pluvial ocorrida na Estação Experimental Pendência, de março de 2007 a junho de 2008.

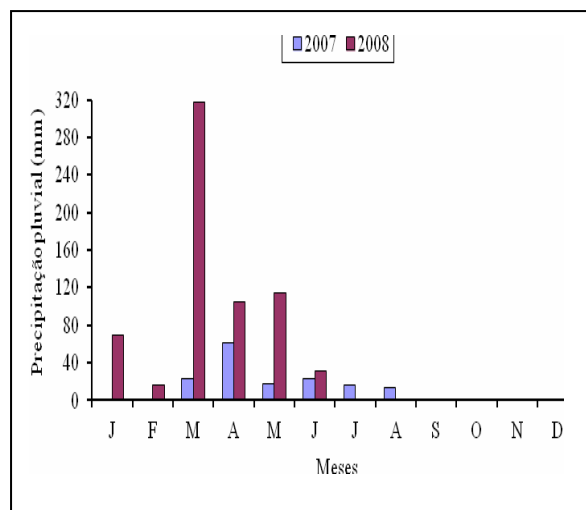


Figura 1. Precipitação pluvial observada nos meses de março de 2007 a junho de 2008, Soledade - PB.

Antes do plantio, foram colhidas amostras de solo, representativas da área do experimento, na profundidade de 0-20 cm, para caracterização da fertilidade do solo. A análise foi realizada no laboratório do Departamento de Solos do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia, utilizando-se a metodologia descrita pela SANTOS et al. (2006). Apresentou as seguintes características químicas: pH (H<sub>2</sub>O), 7,88; K, 51,0 (mg dm<sup>-3</sup>); P, 0,65; Ca, 5,5; Mg, 3,4; H+Al<sup>3</sup>, 0,58; Na, 0,14 (cmol<sub>c</sub>/DM<sup>-3</sup>); CTC, 9,4 e MO, 11,37 (g kg<sup>-1</sup>).

Durante o mês de março de 2007, com o início do período chuvoso na região, foi realizada adequação da área, através da limpeza do terreno. Em seguida, efetuou-se a adubação orgânica, utilizando-se 15 Mg ha<sup>-1</sup> de esterco caprino curtido, conforme recomendação da análise de fertilidade, incorporado ao solo através de gradagem.

Foram utilizados quatro espaçamentos (1 m x 1 m; 1 m x 0,5 m; 2 m x 1 m; 2 m x 0,5 m) no plantio. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela foi composta por 16 plantas.

O plantio da palma forrageira cv. Italiana ocorreu no período de 18 a 20 de abril de 2007, com um cladódio por cova, na posição vertical, com a parte cortada voltada para o solo, a uma profundidade suficiente para que metade do cladódio ficasse enterrada. As capinas foram realizadas, quando necessárias, por ocasião do surgimento de plantas espontâneas.

Aos 90 dias após o plantio (DAP) foram feitas mensurações a cada trinta dias para avaliação da altura de plantas (AP), do número de cladódios por planta (NC), ordem (O), comprimento (C), largura (L), perímetro (P), espessura (E) e área dos cladódios. Utilizou-se fita milimetrada para determinar a altura de plantas e as dimensões dos cladódios. Para avaliar a espessura do cladódio foi utilizado paquímetro.

O índice de área do cladódio (IAC) foi determinado de acordo com equação proposta por Santos (1992), na qual o perímetro de cladódio correlaciona com a área do cladódio ( $AC=184,96 + 7,66 P$ ;  $r^2=0,90$ ;  $p<0,05$ ). O IAC foi obtido dividindo a área do cladódio pela área ocupada por cada planta.

Para determinação da produção em massa verde (MV) foi realizado o corte das plantas em junho de 2008 (455 DAP), preservando-se os cladódios primários em cada planta, com o objetivo de manutenção do estande. Os cladódios seccionados foram pesados, obtendo-se o peso total de cada planta. Foi considerado o peso médio das plantas da parcela. Multiplicou-se esse peso pelo número de plantas de cada tratamento, em 10.000 m<sup>2</sup>, obtendo-se a produção em MV por área (Mg ha<sup>-1</sup>).

As produções em matéria seca (MS) foram determinadas multiplicando-se a produção de MV pelos teores de MS. Determinou-se o teor de MS por meio da secagem em estufa a 65°C até peso constan-

te. As amostras foram submetidas à análise de matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do CCA/UFPB, segundo metodologia de Silva e Queiroz (2005).

A eficiência de uso da chuva (EUC) foi estimada dividindo-se a MS pela quantidade acumulada de chuva durante todo o período de crescimento, conforme Leite et al. (2008).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e genéticas (SAEG, 2007). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No transcurso do período experimental, a chuva acumulada foi de 808,2 mm. Os dados de precipitação pluvial de março de 2007 a junho de 2008 (Figura 1) mostram elevada variabilidade mensal afetando a disponibilidade de água para a cultura em estudo. Ressalta-se ainda, a predominância de chuvas com alta intensidade, como a registrada em março de 2008 (316,7 mm), o que possivelmente foi acima da capacidade de retenção de água pelo solo, diminuindo o aproveitamento da chuva pela palma. Esse fato é também agravado pelo alto potencial de evapotranspiração da região. A alta variabilidade temporal da distribuição pluvial e de outros fatores climáticos, em áreas semiáridas, é de grande significação ecológica e limitante à adaptação e produção das espécies. O crescimento vegetativo está fortemente relacionado ao conteúdo de água no solo, em virtude dos principais processos fisiológicos e bioquímicos serem dependentes de água, a exemplo da fotossíntese, respiração, transpiração e absorção de nutrientes (SAMPAIO, 2005).

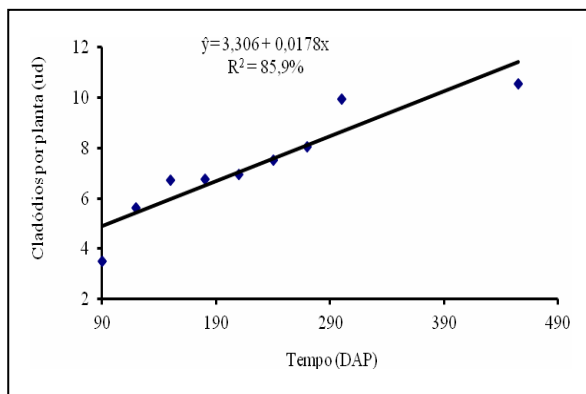
Verifica-se na Figura 2 a evolução do número de cladódios (NC) de palma forrageira cv Italiana. Não foi verificado efeito dos tratamentos ( $P>0,05$ ) pelo teste F. O valor médio observado para NC aos 180 DAP, de 6,51 é superior ao valor observado por Dubeux Júnior. et al. (2010), que trabalhando com palma clone IPA-20 em casa de vegetação, obtiveram 5,55 cladódios por planta, na mesma idade. A média do NC foi 8,11 aos 270 DAP, alcançando 11,45 cladódios aos 455 DAP.

Dubeux Jr. et al. (2006) avaliaram a resposta da palma, cultivar IPA 20, em diferentes níveis de fertilização de nitrogênio (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N), fósforo (0 e 33 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e densidade populacional (5.000 e 40.000 plantas ha<sup>-1</sup>), em quatro locais diferentes do semiárido pernambucano. Os autores concluíram que o NC foi superior na menor densidade de plantas, devido a maior superfície de solo explorado. Por outro lado, a

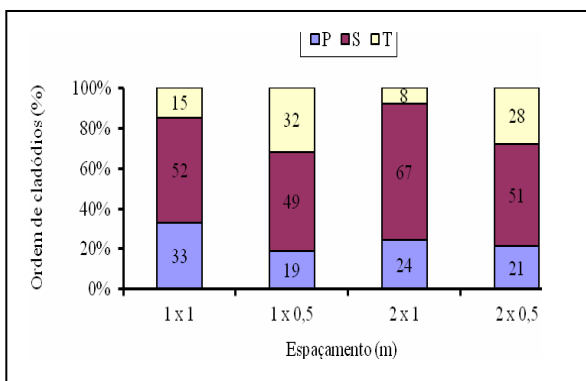
maior população tinha oito vezes mais plantas por unidade de área. Sendo assim, o NC por área foi maior nas parcelas com maior população de plantas. Na densidade de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> o NC aumentou com o N em resposta quadrática no nível de P=0 e uma resposta linear positiva no nível de 33 kg ha<sup>-1</sup> de P.

Teles et al. (2002) estudando adubação em palma forrageira, plantada em vaso, em condições de telado, observaram 2,42 cladódios por planta aos 270 DAP. A diferença encontrada no NC pode estar associada ao fato do presente trabalho ter sido desenvolvido em condições de campo, favorecendo o crescimento das plantas.

Constata-se na Figura 3 a freqüência de ordem de cladódios de palma forrageira cv Italiana aos 455 DAP em função do espaçamento. A freqüência média de cladódios primários, secundários terciários foi 27%, 61% e 22%, respectivamente. A média de cladódios primários oscilou de 1,9 (espaçamento 1 x 0,5 m) a 3,1 (1 x 1 m). O NC de segunda ordem ou secundário variou de 4,8 (2 x 0,5 e 2 x 1 m) a 8,3 (2 x 1 m), enquanto o NC terciário foi 3,3 no espaçamento 1 x 0,5 m. Independente do espaçamento, os cladódios secundários predominaram, em relação às demais ordens.



**Figura 2.** Evolução do número de cladódios por planta de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv. Italiana, em função dos dias após plantio (DAP). Soledade, PB. Cada ponto representa a média de quatro repetições.



**Figura 3.** Freqüência de ordem de cladódios primários (P), secundários (S) e terciários (T) de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, aos 455 dias após o plantio em diferentes espaçamentos.

Observa-se na Tabela 1 a altura de plantas (AP) de palma forrageira cv Italiana aos 455 DAP em função do espaçamento. A AP foi superior no espaçamento 1 x 1m (76,4 cm) diferindo do espaçamento 2 x 1m (67,0 cm). Apesar dos distintos arranjos dos espaçamentos 1 x 1 m e 2 x 0,5 m, a AP não apresentou diferença significativa (P >0,05) entre esses tratamentos, apesar da mesma densidade populacional. Por outro lado, as diferenças populacionais dos espaçamentos 1 x 0,5 m e 2 x 1 m não influenciaram a AP.

Observa-se na Tabela 2, as equações de regressão do comprimento (C), parâmetro (P), espessura (E) e largura (L) de cladódios de palma forrageira cv. Italiana em função do DAP. Aos 210 DAP a média do C foi de 25,8 cm. O P oscilou de 60,42 cm (270 DAP) a 71,28 cm (150 DAP). A média de E foi de 4,01 mm (270 DAP), resultado que diverge do encontrado por Teles et al. (2002) de 11,3 mm para o mesmo período, caracterizando a forte influência do déficit hídrico na palma, ocorrido durante o período experimental. A média de L observada variou no espaçamento 1 x 0,5 m (12,73 cm) ao 1 x 1 m (14,9 cm) aos 455 DAP.

A área de cladódios (AC) aos 455 DAP está representada na Tabela 3. A AC não diferiu (P<0,05) nos espaçamentos avaliados, variando de 334,90 a 407,80 cm<sup>2</sup>. A variação da área de cladódio ao longo do tempo depende das condições edafoclimáticas, da cultivar e da densidade populacional, entre outros fatores. Geralmente, a área de cladódio aumenta até um máximo, decrescendo após algum tempo. Leite et al, (2007) avaliando a evolução da área de cladódio de oito variedades de palma forrageira, utilizando espaçamento de 1 x 0,5 m, até os 1000 DAP, nas condições do Semiárido paraibano, observou que as variedades do gênero *Opuntia* apresentaram maiores AC quando comparadas com as do gênero *Nopalea*. Das variedades estudadas por esse autor, a que apresentou maior AC foi à variedade IPA-20 (385,7 cm<sup>2</sup>) seguida da Italiana (379,02 cm<sup>2</sup>). A AC da variedade Italiana foi semelhante aos valores observados no presente trabalho, notadamente quando se compara o mesmo espaçamento utilizado (1 x 0,5 m).

Na Tabela 4, observam-se os teores de MS, MM, MO, FDN, FDA e PB da palma forrageira cv. Italiana, aos 455 dias após o plantio, em função de diferentes espaçamentos. A palma apresentou baixos teores médios de MS (3,71%), FDN (25,16%), FDA (23,48%) e PB em sua composição. A média geral dos tratamentos para PB foi de 7,28%, similar à encontrada por Teles et al. (2004), que foi de 7,41%.

Por outro lado, apresentou elevados teores de MM (25,25%) e MO (74,74%). Os baixos valores de MS justificam-se por se tratar de cladódios jovens de uma cactácea, colhidos após um prolongado período chuvoso. Esse elevado teor médio de água (96,28%) nos cladódios de palma é uma das principais vantagens desse alimento em regiões semiáridas, nas quais a água é um dos principais fatores limitantes a pro-

dução animal. Ben Salem et al., (1996) observaram redução da ingestão de água em ovinos consumindo dietas com níveis crescentes de palma forrageira.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos tratamentos para MS, MM, MO, FDA e PB. Entretanto a FDN foi influenciada ( $P<0,05$ ) pelo espaça-

mento, apresentando valor mais baixo no espaçamento 2 m x 0,5 m (22,50%). Todos os resultados encontrados estão muito próximos aos valores compilados por Ferreira (2005). Os teores médios de PB foram superiores aos encontrados (5,30%) por Tosto et al. (2007).

**Tabela 1.** Médias de altura de planta (AP) de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, aos 455 dias após o plantio, em função do espaçamento. Soledade, PB. Cada ponto representa a média de quatro repetições.

Espaçamentos	AP (cm)
1 x 1 m	76,4 a
1 x 0,5 m	72,5 ab
2 x 1 m	67,0 b
2 x 0,5 m	67,8 ab
CV (%) = 10,12	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 2.** Equações de regressão do comprimento (C), perímetro (P), espessura (E) e largura (L) de cladódio de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, em função dos dias após o plantio.

Equação	R <sup>2</sup>
$\hat{y}C = 30,68 - 0,018x^{**}$	45,0
$\hat{y}P = 74,19 - 0,051x^{**}$	67,7
$\hat{y}E = 7,1216 - 0,059x + 0,0001x^2^{**}$	97,8
$\hat{y}L1 = 23,42 - 0,073x + 0,0001x^2^{**}$	48,1
$\hat{y}L2 = 17,11 - 0,016x^{**}$	53,5

L1 = largura de cladódio com espaçamento 1 x 1m;  
L2 = largura de cladódio com espaçamento 1 x 0,5m  
\*\* =  $P<(0,01)$

**Tabela 3.** Valores médios de área de cladódios de palma forrageira, (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, em função do espaçamento, aos 455 dias após o plantio.

Espaçamentos (m)	Área de cladódio (cm <sup>2</sup> )
1 x 1	407,80 a
1 x 0,5	379,00 a
2 x 1	334,90 a
2 x 0,5	383,20 a
CV (%) = 41,95	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 4.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e proteína bruta (PB) de palma forrageira, (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, aos 455 dias após o plantio, em função de diferentes espaçamentos.

Teor (%)	Espaçamentos (m)			
	1 x 1	1 x 0,5	2 x 1	2 x 0,5
MS	3,48 a	3,81 a	3,79 a	3,75 a
MM	25,85 a	24,81 a	24,55 a	25,80 a
MO	74,14 a	75,18 a	75,44 a	74,19 a
FDN	26,81 a	26,56 a	24,77 ab	22,50 b
FDA	22,49 a	25,05 a	23,37 a	23,02 a
PB	7,20 a	6,85 a	7,35 a	7,73 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A qualidade e quantidade da fibra interferem na atividade mastigatória, na secreção salivar e no

pH ruminal. Baixos teores de FDN ou de FDN efetivos, como os encontrados na palma, diminuem o

tempo total de mastigação, reduzindo a secreção de saliva, rica em agentes tamponantes que irão manter as condições normais do rúmen (WANDERLEY et al., (2002). Como pode ser observado, a palma forrageira, embora considerada erroneamente um volumoso, apresenta baixos níveis de carboidratos fibrosos (FDN e FDA).

Esse aspecto deve ser levado em consideração quando da utilização da palma na alimentação de ruminantes. O seu uso de maneira isolada, sem associação a uma fonte de fibra como feno e silagens, tem provocado vários distúrbios, como diarreias, queda no teor de gordura do leite, baixo consumo de matéria seca e perda de peso, principalmente em vacas em lactação (FERREIRA, 2005).

Observa-se na Tabela 5 que não houve diferença ( $P>0,05$ ) no peso médio de cladódio entre os espaçamentos. Entretanto, em relação ao acúmulo de massa verde, pode-se constatar que a maior produção

( $P<0,05$ ) ocorreu no espaçamento 1 m x 0,5 m, com a maior densidade de plantas. Os espaçamentos 1 m x 1 m e 2,0 m x 0,5 m, com igual densidade de plantas, apresentaram produções semelhantes ( $P>0,05$ ) em massa verde. Verificou-se no espaçamento 2 m x 1 m, de menor densidade de plantas, o menor acúmulo de fitomassa.

De acordo com Farias et al. (2000), maior produção de MS de cladódios de palma cv Gigante foi obtida no espaçamento 2 m x 1 m do que no espaçamento 7 m x 1 m x 0,5 m após um período de 12 anos. Segundo Alves et al. (2007), os espaçamentos de plantio (2 x 1; 3 x 1 x 0,5 e 7 x 1 x 0,5) não tiveram influência sobre a produtividade de biomassa da palma forrageira cv. Gigante. Estes resultados corroboram com Dubeux Jr. et al. (2006) que também determinou que nas maiores densidades de população de palma ocorre maior rendimento em matéria verde.

**Tabela 5.** Peso de cladódio e rendimento em massa verde de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, em função do espaçamento, aos 455 dias após o plantio, Soledade – PB.

Espaçamento (m)	Densidade (plantas ha <sup>-1</sup> )	Peso de cladódio (g)	Massa verde (Mg ha <sup>-1</sup> )
1 x 0,5	20.000	684,53a	130,06a
1 x 1	10.000	746,20a	67,90b
2 x 0,5	10.000	647,29a	59,87b
2 x 1	5.000	662,24a	40,56c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Em experimento realizado no município de Arcoverde (PE), Santos et. al. (1997), utilizando espaçamento de 1 m x 0,5 m para as variedades Gigante e Redonda, determinaram produtividades anuais de 105,35 e 103,35 (Mg ha<sup>-1</sup>), respectivamente, resultados que são similares aos obtidos no presente trabalho.

Observa-se na Tabela 6, a eficiência de uso da chuva (EUC) de palma forrageira cv Italiana aos 455 DAP em função do espaçamento. Constata-se que houve diferença ( $P<0,05$ ) entre os espaçamentos. O espaçamento mais adensado aumentou a EUC, com uma maior quantidade de biomassa de palma produzida por unidade de chuva precipitada. O incre-

mento médio da EUC foi superior a três vezes, quando se utilizou a maior densidade populacional, em comparação a menor população de plantas, demonstrando o potencial de resposta da palma forrageira a aumentos no arranjo mais adensado, com maior aproveitamento da chuva.

Os valores da EUC não incluíram os cladódios primários já que estes não foram coletados, desta forma, a EUC foi subestimada. Ressalta-se, ainda, que as perdas de água através do processo de evapotranspiração, escoamento superficial e drenagem profunda não foram levados em consideração, contribuindo para o valor subestimado da EUC.

**Tabela 6.** Eficiência de uso da chuva (EUC) de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), cv Italiana, aos 455 dias após o plantio, em função do espaçamento, Soledade – PB.

Espaçamento (m)	EUC (Kg de MS ha <sup>-1</sup> por mm de chuva)
1 x 0,5	6,13a
1 x 1	2,92b
2 x 0,5	2,78b
2 x 1	1,9c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quando a planta é submetida a déficit de água, ocorre no seu interior uma série de reações bioquímicas tentando contornar esta situação. Nobel e Zutta (2008) sugerem que há evidências de sinais químicos das raízes das cactáceas que agem diretamente no comportamento dinâmico dos estômatos em condições de déficit hídrico no solo. Além disso, o déficit hídrico estimula a expansão do sistema radicular para zonas mais profundas e úmidas do perfil do solo.

## CONCLUSÕES

Os diferentes espaçamentos utilizados para o cultivo da palma forrageira cv. Italiana não influenciam o crescimento vegetativo, mas o espaçamento mais adensado incrementa a largura de cladódio e a altura de plantas;

Os teores de carboidratos fibrosos na palma significativamente maiores no espaçamento mais adensado;

A produção de fitomassa por área e eficiência de uso da chuva pela palma forrageira incrementadas com a diminuição do espaçamento de plantio, resultando numa maior quantidade de forragem produzida por área e por unidade de chuva, otimizando esse escasso recurso no Semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. N. et al. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.
- BEM SALEN, H. et al. Effect of increasing level spinelles cactus (*Opuntia ficus-indica*) on intake and digestion by sheep given staw-based diets. **Animal Science**, v. 62, n. 1, p. 293-299, 1996.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Consumo do mandacaru (*Cereus jamacaru* P. DC.) por caprinos na época da seca no semi-árido de Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 4, p. 402-408, 2006a.
- CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Efeito de diferentes substratos no desenvolvimento do mandacaru sem espinhos (*Cereus hildemannianus* K. Schum). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 255-260, 2006b.
- DUARTE, R. S. Dois modelos para a convivência do produtor rural com o ambiente do semi-árido nordestino. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 33, n. 1, 2002.
- DUBEUX JUNIOR, J. C. B. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira—Clone IPA-20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.
- DUBEUX JUNIOR, J. C. B. et al. Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 67, p. 357-372, 2006.
- FARIAS, I. et al. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.
- FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 68 p.
- LEITE, M. L. M. V. et al. Eficiência de uso da chuva em *Opuntia ficus-indica* em função da adubação, no semi-árido paraibano. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5, 2008. Aracaju, **Anais...**Aracaju: SNPA, 2008.
- MELO A. A. S.; Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.
- NOBEL, P. S.; ZUTTA, B. R. Temperature tolerances for stems and roots of two cultivated cacti, *Nopalea cochenillifera* and *Opuntia robusta*: Acclimation, light and drought. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 633-642, 2008.
- OLIVEIRA JÚNIOR, S. et al. Crescimento vegetativo da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em função do espaçamento no Semiárido paraibano. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 3, n. 1, p. 7-12, 2009.
- SAEG - **Sistema para análises estatísticas. versão 9.1**. Viçosa, MG, Fundação Arthur Bernardes, 2007.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Fisiologia da palma. In: **A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. (Ed.). MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2005. 258 p.
- SANTOS, D. C. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 1997. 23 p. (Documentos, 25).

---

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, M. V. F. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1990.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 235 p.

SUDENE. **Pacto Nordeste: ações estratégicas para um salto do desenvolvimento regional**. Recife: SUDENE, 1996. 77 p.

TELES, M. M. et al. Efeito da adubação e do uso de nematocida na composição química da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1992-1998, 2004. (Suplemento, 2).

TELES, M. M. et al. Efeitos da adubação e de nematocida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.

TOSTO, M. S. L. et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 8, n. 3, p. 239-249, 2007.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.